

09/015,455
Shoichi Yamazaki
7/27/01

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

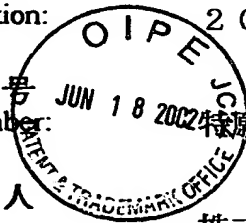
Date of Application: 2001年 2月19日

出 願 番 号

Application Number: 特願 2001-041799

出 願 人

Applicant (s): 株式会社エム・アール・システム研究所

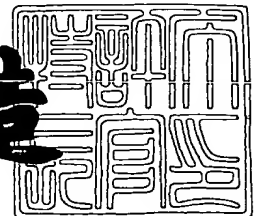


RECEIVED
JUN 19 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2001-3023104

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR12224

【提出日】 平成13年 2月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目 1 4 5 番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 山崎 章市

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代表者】 遠藤 一郎

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709456

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、

該表示手段からの光を観察者側に導く表示光学系を有した画像表示装置において、

該照明光学系と該表示光学系で互いに共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A を有し、該光学面 A はローカル母線断面（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と瞳中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該光学面 A の該表示手段と反対側に曲面 B を有し、該光学面 A と光学面 B とでレンズ体を形成し、該照明手段から発せられた光線は、該レンズ体の該光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面 A を透過し、該レンズ体に入射し、光学面 B を射出して、複数の反射面で反射した後、瞳に導かれて、表示手段に表示した画像の拡大像を形成し、該表示光学系における該レンズ体の該光学面 A のローカル母線断面曲率半径を $local_ryA$ 、該曲面 B のローカル母線断面曲率半径を $local_ryB$ とした時、 $local_ryA$ と $local_ryB$ は同符号であり、

$$0.4 < local_ryA / local_ryB < 2.0 \quad \dots (1)$$

を満たすことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記照明光学系と前記表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A が 1 面のみ存在することを特徴とする請求項 1 の画像表示装置。

【請求項 3】

前記表示手段からの反射光は、前記レンズ体を射出した後、偏心曲率面である複数の反射面で反射し、瞳に導かれることを特徴とする請求項 1 の画像表示装置。

【請求項 4】

前記照明手段は複数の色光を時分割で放射する時分割光源であり、該表示手段は該時分割光源から放射される色光に合わせて各色光に基づく画像を時分割表示することを特徴とする請求項 1, 2 又は 3 の画像表示装置。

【請求項 5】

前記表示光学系はアジマス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、該表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴とする請求項 1, 2, 3 又は 4 の画像表示装置。

【請求項 6】

前記レンズ体はガラス部材で構成されることを特徴とする請求項 1 の画像表示装置。

【請求項 7】

前記光学面 A と前記曲面 B はシリンドリカル面であることを特徴とする請求項 1 の画像表示装置。

【請求項 8】

前記光学面 A は金属のハーフミラーであることを特徴とする請求項 1 の画像表示装置。

【請求項 9】

反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者側に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で互いに共有する透過兼反射の両作用を有する曲率光学面 A を有し、該曲率光学面 A と該表示手段と反対側に曲面 B を有し、該曲率光学面 A と該曲面 B とでレンズ体を形成し、該照明手段から発せられた光線は、該レンズ体の曲率光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該曲率光学面 A を透過し、該レンズ体に入射し、該曲面 B を射出して、複数の反射面で反射した後、瞳に導かれて表示手段に表示した画像の拡大像を形成し、該表示手段のローカル母線断面上（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）での最周辺画像のうち、

眼球より遠いほう側の最周像高 F_3 と眼球中心とを通る光線を F_3 眼球中心光

線、眼球より近いほう側の最周辺像高 F 2 と眼球中心とを通る光線を F 2 眼球中心光線とした時、F 3 眼球中心光線のほうが、F 2 眼球中心光線より表示光学系における該レンズ体内の光路長が長いことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 1 0】

前記表示光学系における前記レンズ体の前記曲率光学面 A のローカル母線断面曲率が、前記曲面 B のローカル母線断面曲率より強いことを特徴とする請求項 9 の画像表示装置。

【請求項 1 1】

前記表示手段のローカル母線断面上での各像高と眼球中心とを通る各像高の眼球中心光線における表示光学系中の該レンズ体内の光路長が、前記 F 2 眼球中心光線側から前記 F 3 眼球中心光線側になるにつれて徐々に長くなることを特徴とする請求項 1 0 の画像表示装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項の画像表示装置を有したことを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像表示装置に関し、例えば観察用の画像情報を表示する表示素子として反射型の液晶表示素子を用い、そこに表示された画像情報を適切に設定した光学素子を介して拡大して観察するようにしたヘッドマウントディスプレイ（HMD）やメガネ型ディスプレイ等に好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、液晶等の画像表示素子に表示した画像情報を拡大した虚像として観察するようにした頭部装着型の画像観察装置（画像表示装置）、所謂ヘッドマウントディスプレイ（HMD）が種々と提案されている。

【0 0 0 3】

このうち反射型の表示素子を用いた HMD が、例えば、特開平 0 7 - 1 2 8 6 1

4号公報、特開平11-125791号公報、特開平11-337863号公報、特開2000-10041号公報等で提案されている。

【0004】

これらで提案されているHMDは照明光源から発せられた光が反射型液晶で反射され、眼球に導かれて液晶で表示された画像の拡大像を観察するものである。このとき光束は照明光源、照明光学系、反射型の液晶、表示光学系、眼球の順序で進む。特開平11-125791号公報で提案されているHMDで開示されている実施例では照明光学系がなく、照明光源からの光がダイレクトに反射型液晶を照明している。この場合は照明光学系と表示光学系の共有面は存在しない例もある。この場合は照明光源からの光束がけられないようにしなければならないため、照明光源と反射型液晶の間に大きなスペースが必要になり、大型化しやすい。他の提案されている公報の実施例では、ほとんど照明光学系と表示光学系の間で共有面を持っている。共有面があれば、照明光学系と表示光学系で光路がオーバーラップするため小型化しやすい。しかしこの共有面が多ければ多いほど光学系は複雑になり、光量ロスも多くなる。一方、HMDのコンパクトな表示光学系を本発明者は特開平7-333551号公報で提案している。同公報では自由曲面プリズムを用いて装置全体の小型化を図っている。又本発明者は、自由曲面プリズムと反射型の表示素子を組み合わせたHMDを特開平11-125791号公報、特開平11-337863号公報、特開2000-10041号公報で提案している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来よりHMD等の画像観察装置では、装置を観察者の頭部に装着するために装置全体の小型化、及び軽量化を図ることが重要な課題となっている。又、表示手段に表示した画像情報を良好に観察できることが重要な課題となっている。

【0006】

画像表示装置として反射型の液晶表示素子を用いた場合で装置全体の小型化を図るには、それを照明するための照明装置を装置内に適切に組み込む必要がある。

【 0 0 0 7 】

例えば照明光源からの光が反射型液晶を照明する際、多くの反射面や透過面を介したり、光路長の長いプリズム体の中を通過したりすると、反射型液晶に到達する前にどうしても照明光源からの光量がロスされてしまう。従って光量ロス、が少なく、表示光学系、照明光学系ともコンパクトなHMDが望まれている。

【 0 0 0 8 】

本発明は、液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイの提供を目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明の画像表示装置は、

反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、

該表示手段からの光を観察者側に導く表示光学系を有した画像表示装置において、

該照明光学系と該表示光学系で互いに共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A を有し、該光学面 A はローカル母線断面（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と瞳中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該光学面 A の該表示手段と反対側に曲面 B を有し、該光学面 A と光学面 B とでレンズ体を形成し、該照明手段から発せられた光線は、該レンズ体の該光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面 A を透過し、該レンズ体に入射し、光学面 B を射出して、複数の反射面で反射した後、瞳に導かれて、表示手段に表示した画像の拡大像を形成し、該表示光学系における該レンズ体の該光学面 A のローカル母線断面曲率半径を $local_ryA$ 、該曲面 B のローカル母線断面曲率半径を $local_ryB$ とした時、 $local_ryA$ と $local_ry$

Bは同符号であり、

$$0.4 < \text{local_ryA} / \text{local_ryB} < 2.0 \quad \dots (1)$$

を満たすことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、

前記照明光学系と前記表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A が 1 面のみ存在することを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 の発明は請求項 1 の発明において、

前記表示手段からの反射光は、前記レンズ体を射出した後、偏心曲率面である複数の反射面で反射し、瞳に導かれることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明は請求項 1、2 又は 3 の発明において、

前記照明手段は複数の色光を時分割で放射する時分割光源であり、該表示手段は該時分割光源から放射される色光に合わせて各色光に基づく画像を時分割表示することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 の発明は請求項 1、2、3 又は 4 の発明において、

前記表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、該表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 の発明は請求項 1 の発明において、

前記レンズ体はガラス部材で構成されることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 の発明は請求項 1 の発明において、

前記光学面 A と前記曲面 B はシリンдриカル面であることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

請求項 8 の発明は請求項 1 の発明において、

前記光学面 A は金属のハーフミラーであることを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

請求項 9 の発明の画像表示装置は、

反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者側に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で互いに共有する透過兼反射の両作用を有する曲率光学面 A を有し、該曲率光学面 A と該表示手段と反対側に曲面 B を有し、該曲率光学面 A と該曲面 B とでレンズ体を形成し、該照明手段から発せられた光線は、該レンズ体の曲率光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該曲率光学面 A を透過し、該レンズ体に入射し、該曲面 B を射出して、複数の反射面で反射した後、瞳に導かれて表示手段に表示した画像の拡大像を形成し、該表示手段のローカル母線断面上（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）での最周辺画像のうち、

眼球より遠いほう側の最周辺像高 F 3 と眼球中心とを通る光線を F 3 眼球中心光線、眼球より近いほう側の最周辺像高 F 2 と眼球中心とを通る光線を F 2 眼球中心光線とした時、F 3 眼球中心光線のほうが、F 2 眼球中心光線より表示光学系における該レンズ体内の光路長が長いことを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 0 の発明は請求項 9 の発明において、

前記表示光学系における前記レンズ体の前記曲率光学面 A のローカル母線断面曲率が、前記曲面 B のローカル母線断面曲率より強いことを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 1 の発明は請求項 1 0 の発明において、

前記表示手段のローカル母線断面上での各像高と眼球中心とを通る各像高の眼球中心光線における表示光学系中の該レンズ体内の光路長が、前記 F 2 眼球中心光線側から前記 F 3 眼球中心光線側になるにつれて徐々に長くなることを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 2 の発明のヘッドマウントディスプレイは、

請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項の画像表示装置を有したことを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

図 1 ～図 5 は本発明の実施形態 1 ～ 5 の要部断面図である。図中 1 は瞳位置であり、観察者の眼球 E が位置している。

【 0 0 2 2 】

2 は自由曲面プリズム、3 は反射型液晶、4 は照明光源、5 はハーフミラーより成る曲率を有した透過兼反射面（光学面）、7 は光学面 5 と曲面 1 4 を含むブーメラン型レンズ、8, 9 は偏光板、1 2 は第 1 の自由曲面ミラー、1 3 は第 2 の自由曲面ミラー（第 2 の光学部材）である。

【 0 0 2 3 】

符番 4, 5 で示されるものは照明光学系の一要素を構成し、符番 3, 5, 1 4, 2 又は符番 3, 5, 1 4, 1 2, 1 3 で示されるものは表示光学系の一要素を構成している。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、照明光源 4 からの光量のロスをなるべく少なくするために、照明光源 4 をできるだけ反射型液晶 3 に近づけて、照明光学系の光路長を短くしている。例えば表示光学系に自由曲面プリズム 2 を使用した場合は、自由曲面プリズム 2 と反射型液晶 3 の間に照明光学系を構成する部材を設けている。また図 5 に示すように、表示光学系に 2 枚の自由曲面ミラー 1 2, 1 3 を使用した場合は、自由曲面ミラー系（1 2, 1 3）と反射型液晶 3 との間に照明光学系を構成する部材を設けている。

【 0 0 2 5 】

本発明の各実施形態の説明の前に、本発明で使用される母線断面、子線断面、ローカル母線断面、ローカル子線断面の定義について説明する。偏心系に対応していない従来系の定義では、各面頂点座標系で z 軸を光軸とすると、y z 断面が従来の母線断面（メリジオナル断面）、x z 断面が子線断面（サジタル断面）となる。本発明は偏心系なので偏心系に対応したローカル母線断面、ローカル子線

断面を新たに定義する。

【 0 0 2 6 】

表示手段の画像中心（外界を観察する為のシースルーのときは外界画像中心）と眼球中心を通る光線（以下、基準光線）と各面とのヒットポイント（入射点）上で、基準光線の入射光と射出光を含む面をローカル母線断面とし、ヒットポイントを含みローカル母線断面と垂直で、各面頂点座標系の子線断面（通常の子線断面）と平行な面をローカル子線断面として定義する。なお、表示手段が反射型の場合は、該基準光線を照明光学系、および照明光源まで延長して、各ヒットポイント上で、上記と同様にローカル母線断面、ローカル子線断面を定義する。ローカル母線断面焦点距離とローカル子線断面焦点距離については後述の項目で説明する。

【 0 0 2 7 】

次に本発明の各実施形態について説明する。図 1 ～ 5 は本発明の実施形態 1 ～ 5 の光路断面図（ローカル母線断面図）である。実施形態 1 ～ 2 は反射型 LCD 3 が照明光源 4 からの光束でほぼ垂直入射照明されるタイプのものであり、本発明の実施形態 3 ～ 5 は反射型 LCD 3 が照明光源 4 からの光束で斜入射照明されるタイプのものである。

【 0 0 2 8 】

一般的な液晶（TN 液晶など）の特性として、液晶面とほぼ垂直に射出する光は、十分なコントラストを持っており画質は良いが、射出光が垂直から離れ傾いてくると、コントラストは低くなり画質が悪くなることが知られている。

【 0 0 2 9 】

実施形態 1 ～ 2 はこれを解決するために、反射型 LCD 3 を垂直入射の光束で照明させている。照明光源 4 から発せられ、表示手段 3 の画像中心 3 a と眼球中心 1 a とを通る基準光線の反射型表示手段 3 への入射角度は 0 度 ± 1 0 度としている。この範囲を超えるとコントラスト低下が目立ってしまう。また強誘電液晶（FLC）などは特性が異なり、かなりの斜め射出光でもコントラストが落ちることはないため、ほとんどどの角度からでも良質な画質が観察される。そこで実施形態 3 ～ 5 はこの液晶（FLC）を想定し、反射型 LCD 3 を斜入射の光束で

照明させて光学系全体を薄型化し、かつコントラスト落ちのない良質な画質を得ている。

【 0 0 3 0 】

図 1、図 2（実施形態 1、2）は反射型 LCD 3（裏面側が液晶面）と任意の曲面を含む自由曲面プリズム 2 との間に、ブーメラン型レンズ 7 を配置している（以下、ローカル母線断面上で図 1、2 の形状のレンズ 7 をブーメラン型レンズと呼ぶ）。RGB（赤色、緑色、赤色）の LED をそれぞれ複数個持った平面照明光源 4 から発せられた光は、偏光板 8 で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ 7 の液晶側の光学面 A（ハーフミラー）5 で反射され、反射型 LCD 3 にほぼ垂直（0 度 ± 10 度）で入射する。そして反射型 LCD 3 で反射された光は、光学面 5 を今度は透過してブーメラン型レンズ 7 を射出後、偏光板 9 に入射する。

【 0 0 3 1 】

この時、偏光板 8 で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧 OFF または ON）、偏光板 9 は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。偏光板 9 の直線偏光方向が偏光板 8 の直線偏光方向と約 90 度ずれている場合は（液晶内部の偏光方向の回転が 90 度）、偏光板 8 で直線偏光化された光が、光学面（ハーフミラー）5 で反射せず透過して行く光（ゴースト光）があるが、偏光板 9 でこのゴースト光をカットできるため、眼球 E にゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型 LCD 3 が表示面側近傍に不図示の 1 枚偏光板で表示させるタイプでは、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。偏光板 9 を射出後、光は自由曲面プリズム 2 の入射面 11 に入射、全反射面（透過面 C）6 で全反射し、凹面鏡 10 で反射、今度は全反射面（透過面 C）6 を透過して観察者の眼球が位置する瞳 1 に導かれる。これによって反射型 LCD 3 に基づく画像情報を拡大虚像として観察している。

【 0 0 3 2 】

実施形態 1、2 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を光学面 A（ハーフミラー）5 とすることにより、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、下側最周辺

画像（F3）側の反射型LCD3と自由曲面プリズム2との間隔をできるだけ短くして、表示系（部材3，7，2）がコンパクトでしかも照明系（部材4，5）もコンパクトなものにしている。

【0033】

実施形態1ではブーメラン型レンズ7の両面5，14を、母線断面のみパワーを持つシリンдриカル面（自由曲面）にして、ローカル子線断面（紙面と垂直断面）上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型LCD3と光学面5を近くすることができ、コンパクト化・広画角化を可能としている。またブーメラン型レンズ7の他方の曲面14も光学面5に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ7での収差発生をキャンセルさせている。もちろんブーメラン型レンズ7の両面に、ローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。

【0034】

実施形態2ではブーメラン型レンズ7の両面5，14に回転対称非球面を使用している。これは光学面5のローカル子線断面上でも正のパワーを持たせることにより、平面照明用の光源4のローカル子線断面方向で大きさを小さくしている。また他方の曲面14も光学面5に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ7での収差発生をキャンセルさせている。なお両面回転対称球面でも可能であるが、両面回転対称非球面のほうが光学系能はよい。

【0035】

本発明に係る表示系に含まれる自由曲面プリズムは（実施形態1～4共通）、自由曲面プリズムのメインパワーを持つ凹面鏡10に自由曲面を採用して、メインパワー面での偏心収差の発生を少なくする。メインパワー面で補正しきれなかった偏心収差は、メインパワー面に近い全反射面（透過面C）6を自由曲面化して収差がキャンセルするような面形状にして補正している。

【0036】

これだけでもある程度の収差補正は可能であるが、更に全体収差をバランスさ

せる為に表示手段（反射型LCD）3近傍の入射面11を自由曲面化して全体収差のバランスをとっている。

【0037】

全反射面（透過面C）6においては、光が臨界角以上の角度で入射した時は全反射し、臨界角以下の角度で入射した時は射出するように全反射面条件（臨界角条件）を設定しているため、原理的に光量ロスが全くなく明るい表示光学系を可能としている。

【0038】

図3、図4（本発明の実施形態3、4）は反射型LCD3と自由曲面プリズム2との間に、ブーメラン型レンズ7を配置している。実施形態1、2と構成的に違うのは反射型LCD3への照明光線の入射角度が垂直でなく、斜入射照明になっていることである。

【0039】

RGBのLEDをそれぞれ複数個持った平面照明光源4から発せられた光は、偏光板8で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ7の液晶側の光学面A（ハーフミラー）5で反射され、反射型LCD3に斜入射し、反射型LCD3で斜め方向に反射された光は、光学面5を今度は透過してブーメラン型レンズ7の面14から射出後、偏光板9に入射する。この時偏光板8で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧OFFまたはON）、偏光板9は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。

【0040】

偏光板9の直線偏光方向が偏光板8の直線偏光方向と約90度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が90度）は、偏光板8で直線偏光化された光が、光学面（ハーフミラー）5で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板9でこのゴースト光をカットできるため、眼球Eにゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型LCD3が表示面側近傍に不図示の1枚偏光板で表示させるタイプでは、偏光板8と偏光板9は不要となる。偏光板9を射出後、光は自由曲面プリズム2の入射面11に入射、全反射面（透過面C）6で全反射し、凹面鏡10で反射した後に全反射面（透過面C）6を透過して眼球の

瞳 E に導かれる。

【 0 0 4 1 】

実施形態 3, 4 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を光学面 A (ハーフミラー) 5 とすることにより、実施形態 1, 2 と同様に照明系と表示系をコンパクトなものにしている。また斜入射照明により、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での下側最周辺像高 F 3 側の反射型 LCD 3 と自由曲面プリズム 2 との間隔を、実施形態 1, 2 よりもさらに短くできるため、反射型 LCD 3 の出っ張りが少なくでき、光学系全体の薄型化及び表示系の広画角化を容易にしている。

【 0 0 4 2 】

実施形態 3, 4 ではブーメラン型レンズ 7 の両面を、母線断面のみパワーを持つシリンдриカル面にして、ローカル子線断面上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型 LCD 3 と光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化と広画角化の双方を容易にしている。また他方の曲面 1 4 も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。もちろんローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。

【 0 0 4 3 】

また実施形態 4 では、ブーメラン型レンズ 7 の該光学面 (シリンдриカル面) 5 のローカル母線断面上での曲率を、実施形態 3 よりもゆるめに設定して、反射型 LCD 3 と平面照明光源 4 が十分干渉しないようにしている。

【 0 0 4 4 】

図 5 (実施形態 5) は 2 つの自由曲面ミラー 1 2, 1 3 を用いている。そして反射型 LCD 3 と自由曲面ミラー 1 3 との間の光路中に、ブーメラン型レンズ 7 を配置している。

【 0 0 4 5 】

実施形態 3、4 と同じように、反射型 LCD 3 への照明光線の入射角度は斜入射照明になっている。RGB の LED をそれぞれ複数個持った平面照明光源 4 から発せられた光は、偏光板 8 で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ 7 の液晶側の光学面（ハーフミラー）5 で反射され、反射型 LCD 3 に斜入射し、反射型 LCD 3 で斜め方向に反射された光は、光学面 5 を今度は透過してブーメラン型レンズ 7 の面 1 4 を射出後、偏光板 9 に入射する。

【 0 0 4 6 】

この時偏光板 8 で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧 OFF または ON）、偏光板 9 は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。偏光板 9 の直線偏光方向が偏光板 8 の直線偏光方向と約 90 度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が 90 度）は、偏光板 8 で直線偏光化された光が、光学面（ハーフミラー）5 で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板 9 でこのゴースト光をカットできるため、眼球の瞳 E にゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型 LCD 3 が表示面側近傍に不図示の 1 枚偏光板で表示させるタイプでは、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。

【 0 0 4 7 】

偏光板 9 を射出後、光はハーフミラー面 1 3 a を有する自由曲面ミラー 1 3 に入射反射し、もう一枚の自由曲面ミラー 1 2 で反射、ハーフミラー面 1 3 a の自由曲面ミラー 1 3 を透過して眼球の瞳 E に導かれる。

【 0 0 4 8 】

実施形態 5 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を該光学面（ハーフミラー）5 とすることにより、実施形態 1、2 と同様に照明系（4、7）と表示系（3、7、1 2、1 3）をコンパクトなものにしている。また斜入射照明により、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、チルト偏心量（時計回転方向）を大きくできるため、反射型 LCD 3 の出っ張りが少なくでき、光学系全体の薄型化を容易にしている。

【 0 0 4 9 】

実施形態 5 ではブーメラン型レンズ 7 の両面 5, 14 を、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面にして、ローカル子線断面上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型 LCD 3 と光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化を容易にしている。また他方の曲面 14 も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。もちろんローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。

【 0 0 5 0 】

本発明の画像表示装置では、反射型の表示手段と、照明光学系と表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A (5) はローカル母線断面（該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該光学面 A の該表示手段と反対側に他方の曲面 B (14) を有するレンズ体が存在し、該照明光源手段から発せられた光線は、該レンズ体（ブーメラン型レンズ）の該光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面 A を今度は透過し、該レンズ体（ブーメラン型レンズ）を射出して、複数の反射面で反射した後、眼球に導かれ表示手段に表示した画像の拡大像を形成し、該表示光学系における該レンズ体（ブーメラン型レンズ）の該光学面 A のローカル母線断面曲率半径を $local_ryA$ 、他方の曲面 B のローカル母線断面曲率半径を $local_ryB$ とした時、 $local_ryA$ と $local_ryB$ は同符号であり、

$$0.4 < local_ryA / local_ryB < 2.0 \quad \dots (1)$$

を満たす。ここで表示光学系とは、表示手段である反射型液晶から眼球直前の面に至る光路中に配置した各部材より成っている。また照明光学系は、照明光源から表示手段（反射型液晶）直前の面に至るころ中に配置した各部材より成っている。なおローカル母線断面曲率半径の説明は、後述の項目に記す。

【 0 0 5 1 】

条件式 (1) の下限値を下回ると、光学面 A と曲面 B よりなる該レンズ体（ブ

ーメラン型レンズ) の該表示手段のローカル母線断面上での最周辺画像のうち、眼球より遠いほう側の最周辺像高 $F/3$ 側でのコバ肉厚が厚くなり大型化する。上限値を上回った時は、実施形態 3～5 のような斜入射照明系における、光学面 A と曲面 B よりなる該レンズ体 (ブーメラン型レンズ) の眼球側でのコバ肉厚が薄くなるため、レンズ体 (ブーメラン型レンズ) の全体の肉厚を厚くしなければならず、大型化してしまう傾向がある。

【0052】

また実施形態 1～2 (垂直入射照明系) の該レンズ体 (ブーメラン型レンズ) は、斜入射照明系よりも大きさが短いため、条件式 (1) の上限値を (2) 式のようにするのが良い。ここで上限値 1.3 を超えると眼球側でのコバ肉厚が足りなくなる。

【0053】

$$0.4 < \text{local_ryA} / \text{local_ryB} < 1.3 \quad \dots (2)$$

本発明の画像表示装置はパワーを持った該光学面 A が複数面あっても構わないが、1 面のみとすることにより照明光源から反射型液晶までの光路長が短くできるため、コンパクト化が容易となる。

【0054】

表示光学系に関しては、反射型液晶からの光はハーフミラーである光学面 A と光学面 B を透過して、複数の反射面 (6, 10) で光線を折り畳むことにより、表示光学系の水平方向の厚さを薄くしている。また該複数の反射面を偏心曲率面とすると、該複数の反射面自体がパワーを持つため、別体の屈折レンズ等を必要とせず、曲率反射面の偏心量を適切に設定することによりコンパクトな表示光学系を得ている。尚、レンズ体 7 は $\text{ryA} = \text{ryB}$ とし、ノンパワーであっても良い。

【0055】

又、本発明の画像表示装置では反射型の表示手段と、照明光源手段と、該照明光学系と、該表示光学系を有し、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する曲率光学面 A と、該曲率光学面 A の該表示手段と反対側に他方の曲面 B を有するレンズ体が存在し、該照明光源手段から発せられた光線は、該レンズ体の曲率光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの

反射光は、該曲率光学面 A を今度は透過し、該レンズ体を射出して、複数の反射面で反射した後、眼球に導かれ拡大像を形成する。

【 0 0 5 6 】

このとき、該表示手段のローカル母線断面上（該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）での最周辺画像のうち、眼球より遠いほう側の最周辺像高 F_3 と眼球中心とを通る光線を F_3 眼球中心光線とし、眼球より近いほう側の最周辺像高 F_2 と眼球中心とを通る光線を F_2 眼球中心光線とした時、 F_3 眼球中心光線のほうが、 F_2 眼球中心光線より表示光学系における該レンズ体内の光路長が長くなるようにしている。

【 0 0 5 7 】

一般的に、自由曲面プリズムと透過型 LCD のみの表示光学系では、自由曲面プリズムが広画角になる程、 F_3 像高側の自由曲面プリズムと LCD の間隔（バックフォーカス）を十分確保するのが難しくなる。

【 0 0 5 8 】

そこで反射型 LCD のため、該レンズ体（ブーメラン型レンズ）をこの間隔に挿入する必要がある、 F_3 像高側の該レンズ体（ブーメラン型レンズ）の肉厚を、 F_2 像高側の該レンズ体（ブーメラン型レンズ）の肉厚より厚くすると、自由曲面プリズムと LCD の間隔の in air での換算バックフォーカスが、 F_3 像高側のバックフォーカスほうが短くなり、広画角で良好な光学性能が得られやすくなる。またこのような肉厚の該レンズ体とすることにより、反射 LCD 面と自由曲面プリズムの入射面を平行配置にしやすくなり、反射型 LCD に対しテレセントリック光学系が成り立ち（ F_3 像高と F_2 像高に関して）、垂直入射照明の光学系に最適なものとしている。

【 0 0 5 9 】

尚、本発明の画像表示装置において、更に装置全体の小型化を図りつつ、画像情報を良好に観察するには次の条件のうちの 1 以上を満足させるのが良い。

◎ 該照明光源手段は赤色、緑色、青色等の多色光を時分割で放射する RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて

R G B の画像を時分割表示することである。

【0060】

一般的にフィルター方式におけるカラー表示の際は、3色R G Bのカラーフィルターを液晶の前に付けるため、総画素数の1/3画素分が実際のカラー表示画素数となる。しかし上記のような時分割表示反射型液晶と3種類色のL E D (R G B) の組み合わせを使用すると、総画素数がカラーフィルター方式液晶の1/3ですむため、同カラー表示画素数なら液晶のサイズが小さくなり、それに合わせて照明光学系・表示光学系共に小さくすることができる。

◎ 偏心した曲率反射面を有する光学系では、画面内で回転非対称な偏心収差が発生する。そこで表示光学系はアジマス角度により屈折力が異なる面を2面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することである。

【0061】

このアジマス角度により屈折力が異なる面(自由曲面)を採用することにより、回転非対称な偏心収差の補正を可能とし、自由曲面を2面以上使うことにより、表示光学系のローカル母線断面上とローカル子線断面上の正の全系焦点距離をほぼ等しくすることができ、液晶のアスペクト比と同じ比率で拡大投影が可能となる。

◎ レンズ体(ブーメラン型レンズ)をガラス部材で構成することである。現在の反射型液晶の使い方は、照明光学系中に1枚の偏光板1、表示光学系中に他の偏光板を2入れて使用することが多い。ただし表示光学系で、反射液晶から表示光学系中の偏光板までの間は、光学的に平行ニコルの関係になるため、この間に複屈折性の強い材料を入れると、材料の光弾性が目で観察されてしまい好ましくない。

【0062】

そこで、この間に該レンズ体(ブーメラン型レンズ)を入れるが、該レンズ体をガラス部材で構成することにより、該レンズ体が全く複屈折性を持たなくなり、材料の光弾性が目で観察されることがなく、良好な表示系の画像が得られる。

◎ レンズ体の光学面Aに母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面を採用するのが良い。これによれば子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがない

ため、ローカル子線断面上での収差発生を極力少なくでき、かつ子線断面またはローカル子線断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型LCD3と光学面Aを近くすることができ、コンパクト化と広画角化が容易となる。

【0063】

そしてレンズ体の他方の曲面Bも該光学面Aと同様にシリンドリカル面を採用するのが良い。これによれば表示光学系における該レンズ体（ブーメラン型レンズ）での収差発生を抑えることが容易となる。

◎ レンズ体の光学面Aには金属のハーフミラーを採用することである。これは多層の誘電体膜によるハーフミラーだと、P偏光とS偏光の反射率が異なり、どちらかの位相遅れが生るため、照明光源からの光は該光学面Aへの入射角度によっては、偏光板1によって直線偏光化された光が該光学面Aでの反射で楕円偏光に変わってしまい、反射型LCDで反射した後の偏光板で不要光を十分カット出来ず、表示光学系のコントラスト落ちにつながる。しかしながら金属のハーフミラーならこのようなことがないので、良好な画質を得ることができる。

◎ 該表示光学系における該レンズ体の該曲率光学面Aのローカル母線断面曲率が、他方の曲面Bのローカル母線断面曲率より強くすることである。即ち曲率光学面Aの曲率半径が曲面Bの曲率半径よりも短くすることである。これによれば、F3像高側の肉厚も厚く、しかも照明光学系も小さくすることができる。

◎ 該表示手段のローカル母線断面上での、各像高と眼球中心とを通る各像高の眼球中心光線における表示光学系中の該レンズ体内の光路長が、該F2眼球中心光線側からF3眼球中心光線側になるにつれて徐々に長くすることである。これによれば、全ての像高に関してテレセントリック光学系が容易に成り立ち、垂直入射照明の光学系に更に最適なものとなる。

【0064】

つぎに本発明で使っているローカル近軸について説明する。

【0065】

図1～図5は各々本発明の後述する数値実施形態1～5の要部断面図（ローカル母線断面図、添え字がy）であり、第1面（眼球7）の面頂点座標系を図1に示した。本発明では各面の面頂点をy軸方向でのシフト偏心、x軸回りのチルト

偏心しかさせていないため、従来の母線断面とローカル母線断面は同一断面であるが、各面の従来の子線断面とローカル子線断面は異なる。

【 0 0 6 6 】

なお前述した従来の母線断面、子線断面は従来の近軸 (general-paraxial axis) の定義であり、ローカル母線断面、ローカル子線断面はこれから述べるローカル近軸 (local-paraxial axis) での定義である。さらにローカル近軸では偏心系に対応したローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力の定義も以下に説明する。

【 0 0 6 7 】

本発明では、照明光源手段 4 から発せられ表示手段 3 の画像中心 3 a と眼球 7 の中心 1 a を通る光線を基準光線とし、従来の各面頂点基準の曲率半径・面間隔・焦点距離・屈折力でなく、基準光線の各面でのヒットポイント点 (入射点) を基準としたローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力を用いている。

【 0 0 6 8 】

ここでローカル曲率半径は光学面のヒットポイント点上でのローカルな曲率半径 (ローカル母線断面上の曲率半径、ローカル子線断面上の曲率半径) をいう。又ローカル面間隔は現在の面と次の面との、2つのヒットポイント間の距離 (基準光線上の距離、空気換算なしの値) の値をいう。又ローカル焦点距離はローカル曲率半径・面の前後の屈折率・ローカル面間隔より、従来の焦点距離計算方法 (近軸追跡) で計算した値である。ローカル屈折力はローカル焦点距離の逆数の値である。

【 0 0 6 9 】

なお本発明の各数値実施例では従来の曲率半径・面間隔・偏心量・屈折率・アップ数と、ローカル曲率半径・面の屈折率・ローカル面間隔・ローカル焦点距離を示している。

【 0 0 7 0 】

本発明では5つの数値実施例をあげた。数値実施例 1～5 の数値データを表 1～表 5 (表 1～16) に示し、光路断面図を図 1～5 に示した。

【 0 0 7 1 】

表-1～表-5の従来の近軸では (general-paraxial axis)、母線断面曲率半径 r_y ・子線断面曲率半径 r_x ・面間隔 d (第1面の面頂点座標系と平行)・偏心量 (母線断面上において、第1面の面頂点座標系に対する各面の面頂点の平行偏心量を $shift$ 、傾き偏心量を $tilt$ 度)・ d 線の屈折率 n_d 、アッベ数 vd を示し、FFSは自由曲面、YTOは母線断面のみ屈折力をもつシリンドリカル面、ALは非球面を表している。またMがついたものは反射面であり、 d 線の屈折率 n_d は逆符号とした。なお表1～表5は眼球1から液晶3側へおよび照明光源への逆トレースの数値データである。

【 0 0 7 2 】

FFS (自由曲面) の定義式を以下に示す。(各面の面頂点座標系で)

$$z = 1/2*(1/a+1/b)*(y^2*\cos(c)^2+x^2)/\cos(c)/(1+1/2*(1/a-1/b)*y*\sin(c)+(1+(1/a-1/b)*y*\sin(c)-(1/a/b+1/4*\tan(c)^2*(1/a+1/b)^2)*x^2)^{(1/2)}) \\ +c20*x^2+c11*x*y+c02*y^2 \\ +c30*x^3+c21*x^2*y+c03*y^3 \\ +c40*x^4+c31*x^3*y+c22*x^2*y^2+c13*x*y^3+c04*y^4 \\ +c50*x^5+c41*x^4*y+c32*x^3*y^2+c23*x^2*y^3+c14*x*y^4+c05*y^5 \\ +c60*x^6+c51*x^5*y+c42*x^4*y^2+c33*x^3*y^3+c24*x^2*y^4+c15*x*y^5+c06*y^6$$

各 a 、 b 、 c 、 $c20$ 、 $c11$ 、 $c02$ … は各々自由曲面係数である。(注意：本自由曲面の場合、自由曲面係数の中に近軸に関与する係数があるため、従来近軸の母線断面曲率半径 r_y ・子線断面曲率半径 r_x の値が面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・子線断面曲率半径 r_x と一致しない。そこでポイント(0,0)つまり面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・子線断面曲率半径 r_x も示した。)

YTOの定義式は母線断面が下記の非球面式で (各面の面頂点座標系で)

【 0 0 7 3 】

【数1】

$$z = \frac{y^2/ry}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)y^2/ry^2)} + by^4 + cy^6 + dy^8 + ey^{10}$$

【0074】

子線断面は平面 (rx=∞) である。

【0075】

ALの定義式は回転対称非球面で (各面の面頂点座標系で)

【0076】

【数2】

$$z = \frac{h^2/r}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)h^2/r^2)} + bh^4 + ch^6 + dh^8 + eh^{10}$$

【0077】

$h^2 = x^2 + y^2$, $r = rx = ry$ である。

【0078】

またローカル近軸(local-paraxial axis)ではローカル曲率半径local-ry, local-rx・ローカル面間隔local-d (反射面は逆符号)・ローカル焦点距離local-fy, local-fx・面の屈折率nd (反射面は逆符号)を示している。また各面でのヒットポイント座標(面頂点を0,0)と表示光学系全系ローカル焦点距離・画角と照明光学系光学面Aのローカル焦点距離も示した。

【0079】

【表 1】

(表 - 1)

(general - paraxial axis)									
n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd		
1	0.00000	0.00000	21.947	0.000	0.000	1.000			
2	0.00000	0.00000	6.473	2.667	7.722	1.000	33.80		
3	0.00000	0.00000	-6.473	0.033	-19.492	-1.571	33.80		
4	0.00000	0.00000	1.778	2.667	7.722	1.571	33.80		
5	0.00000	0.00000	0.404	13.917	57.886	1.000			
6	0.00000	0.00000	0.101	14.561	59.670	1.490	40.00		
7	0.00000	0.00000	-0.361	14.734	59.670	1.000			
8	15.79325	0.00000	2.669	15.177	59.670	1.697	55.53		
9	14.54570	0.00000	-4.021	15.719	76.083	1.000			
10	0.00000	0.00000	4.950	16.715	46.947	1.000			
11	0.00000	0.00000	0.427	22.013	46.947	1.574	55.00		
12	0.00000	0.00000	-0.427	22.470	46.947	-1.574	55.00		
13	0.00000	0.00000	-0.929	22.013	46.947	-1.000			
14	14.54570	0.00000	-10.826	15.719	76.083	1.000			
15	0.00000	0.00000	0.752	18.402	59.917	1.000			
16	0.00000	0.00000	0.000	17.104	59.917	1.000			
2	a=-1.3632e-03 c02=-3.0283e-03 c20=-4.2727e-03 c40=-2.8801e-06	b=-1.7771e-03 c03=3.5287e-04 c21=-1.0561e-05 c41=1.1232e-06	c=-6.5563e+01 c04=-2.7502e-05 c22=-3.5505e-05 c42=7.0465e-08	c5=9.8039e-07 c23=1.2546e-06 c60=2.6610e-08	c06=-2.6508e-08 c24=-5.7129e-09				
3	a=-2.0158e-02 c02=-6.2330e-04 c20=-4.7237e-04 c40=-1.0723e-06	b=-2.2515e-02 c03=1.3989e-04 c21=2.5720e-05 c41=2.1844e-07	c=-2.7354e+01 c04=-1.6025e-05 c22=-1.0699e-05 c42=-5.3333e-09	c5=1.2214e-06 c23=1.0623e-06 c60=9.9350e-09	c06=-4.7580e-08 c24=-5.3514e-08				
4	a=-1.3632e-03 c02=-3.0283e-03 c20=-4.2727e-03 c40=-2.8801e-06	b=-1.7771e-03 c03=3.5287e-04 c21=-1.0561e-05 c41=1.1232e-06	c=-6.5563e+01 c04=-2.7502e-05 c22=-3.5505e-05 c42=7.0465e-08	c5=9.8039e-07 c23=1.2546e-06 c60=2.6610e-08	c06=-2.6508e-08 c24=-5.7129e-09				
5	a=-1.3851e-03 c02=1.0510e-02 c20=-2.1651e-03 c40=4.2718e-05	b=1.6017e-03 c03=-2.1540e-03 c21=-8.2899e-04 c41=9.4940e-06	ca=-8.9533e+01 c04=-1.3580e-04 c22=6.6575e-05 c42=-6.7378e-07	c5=3.1244e-05 c23=2.2146e-05 c60=-4.3731e-07	c06=8.2444e-07 c24=3.4349e-07				
8	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00				
9	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00				
14	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00				

n	point (y , x)	fy	rx
2	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
3	(0.000, 0.000)	-49.511	-40.052
4	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
5	(0.000, 0.000)	47.570	111.617
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	15.793	0.000
9	(0.000, 0.000)	14.546	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	14.546	0.000

(local - paraxial axis)

n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-65.86306	-77.83357	-115.367	-136.335	6.222	1.571
3	-49.93133	-40.06358	15.893	12.752	-9.333	-1.571
4	-392.95249	-75.39880	-125.072	-23.999	7.716	1.571
5	28.19217	79.09123	-49.382	-138.538	0.765	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.431	1.000
8	15.79325	0.00000	22.665	0.000	1.778	1.697
9	14.54570	0.00000	-20.875	0.000	2.337	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.253	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.102	-1.000
14	14.54570	0.00000	7.273	0.000	0.000	1.000

```

n      hitpoint( y ,x )
2      ( -2.687, 0.000 )
3      ( 0.222, 0.000 )
4      ( 3.699, 0.000 )
5      ( -2.082, 0.000 )
6      ( -2.112, 0.000 )
7      ( -2.121, 0.000 )
8      ( -2.686, 0.000 )
9      ( -0.630, 0.000 )
10     ( -4.229, 0.000 )
11     ( -4.022, 0.000 )
12     ( -4.010, 0.000 )
13     ( -3.999, 0.000 )
14     ( -0.270, 0.000 )

```

[0080]

```

local_fy( 2- 9)  local_fx( 2- 9)  2WY  2WX
23.150          21.697          21.18  28.00

local_fy(14-14)  local_fx(14-14)
7.273            0.000

```

local_ryA/local_ryB=0.921

【表 2】

(表-2)

(general - paraxial axis)									
	n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd	
FFS	1	0.00000	0.00000	21.573	0.000	0.000	1.000		
	2	0.00000	0.00000	6.137	1.664	5.834	1.571	33.80	
	3	0.00000	0.00000	-6.137	-0.426	-20.682	-1.571	33.80	
	4	0.00000	0.00000	2.495	1.664	5.834	1.571	33.80	
FFS	5	0.00000	0.00000	0.342	13.511	56.351	1.000		
	6	0.00000	0.00000	0.104	14.024	58.596	1.490	40.00	
	7	0.00000	0.00000	-1.056	14.195	58.596	1.000		
	8	17.29108	17.29108	2.902	15.074	58.596	1.697	55.53	
AL	9	15.43623	15.43623	-4.152	15.158	72.224	1.000		
M	10	0.00000	0.00000	5.540	16.489	44.926	1.000		
	11	0.00000	0.00000	0.443	22.015	44.926	1.574	55.00	
	12	0.00000	0.00000	-0.443	22.457	44.926	-1.574	55.00	
	13	0.00000	0.00000	-1.388	22.015	44.926	-1.000		
AL-M	14	15.43623	15.43623	-11.171	15.158	72.224	1.000		
	15	0.00000	0.00000	0.000	19.723	76.592	1.000		
	16	0.00000	0.00000	0.000	19.723	76.592	1.000		
FFS	2	a=-7.5175e-04	b=-1.3587e-03	c=7.2877e+01	c05=7.2384e-07	c06=-2.9610e-08	c24=-1.6209e-08		
		c02=-2.5081e-03	c03=3.7442e-04	c04=-2.5559e-05	c23=1.6447e-06	c24=-1.6209e-08			
		c20=-4.2478e-03	c21=9.5056e-05	c22=-4.4631e-05	c60=2.6769e-08				
		c40=-1.3083e-06	c41=8.1249e-07	c42=5.5620e-08					
FFS	3	a=-1.9485e-02	b=-2.1742e-02	c=-3.1537e+01	c05=1.2301e-06	c06=-4.0060e-08	c24=-5.1782e-08		
		c02=-3.2010e-04	c03=1.0738e-04	c04=-1.8734e-05	c23=1.3124e-06	c24=-5.1782e-08			
		c20=-4.0535e-05	c21=4.4563e-05	c22=-1.6554e-05	c60=1.5330e-08				
		c40=-1.1831e-06	c41=1.2609e-07	c42=7.9342e-09	c60=1.5330e-08				
FFS	4	a=-7.5175e-04	b=-1.3587e-03	c=7.2877e+01	c05=7.2384e-07	c06=-2.9610e-08	c24=-1.6209e-08		
		c02=-2.5081e-03	c03=3.7442e-04	c04=-2.5559e-05	c23=1.6447e-06	c24=-1.6209e-08			
		c20=-4.2478e-03	c21=9.5056e-05	c22=-4.4631e-05	c60=2.6769e-08				
		c40=-1.3083e-06	c41=8.1249e-07	c42=5.5620e-08	c60=2.6769e-08				
FFS	5	a=-1.4367e-03	b=1.5621e-03	c=-8.9614e+01	c05=2.1697e-05	c06=1.0962e-06	c24=-1.9711e-06		
		c02=7.1382e-03	c03=-2.3347e-03	c04=-2.1835e-04	c23=1.2976e-05	c24=-1.9711e-06			
		c20=-6.3564e-03	c21=-2.8956e-04	c22=1.6186e-04	c60=-8.3802e-07				
		c40=8.1220e-05	c41=9.6181e-07	c42=-2.1079e-06	c60=-8.3802e-07				
AL	8	k=-1.3503e+00	b=-8.2803e-06	c=-2.5354e-07	d=4.5637e-09	e=-3.9637e-11			
AL	9	k=7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c=8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e=8.0597e-11			
AL	14	k=7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c=8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e=8.0597e-11			

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-187.725	-82.783
3	(0.000, 0.000)	-54.917	-41.208
4	(0.000, 0.000)	-187.725	-82.783
5	(0.000, 0.000)	70.043	-294.807
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	17.291	17.291
9	(0.000, 0.000)	15.436	15.436
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	15.436	15.436

(local - paraxial axis)

n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.87626	-78.96097	-174.945	-138.310	6.212	1.571
3	-55.88621	-41.28578	17.788	13.134	-9.237	-1.571
4	-2108.66768	-77.88397	-671.165	-24.790	7.649	1.571
5	34.99204	-616.99277	-61.293	1080.737	0.657	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.201	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.491	1.000
8	18.97864	17.53019	27.237	25.158	1.488	1.697
9	15.55922	15.45952	-22.330	-22.187	2.359	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.833	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.770	-1.000
14	15.44018	15.43698	7.720	7.718	0.000	1.000

```

n      hitpoint( y , x )
2      (      -1.672,      0.000 )
3      (      0.669,      0.000 )
4      (      4.727,      0.000 )
5      (     -1.691,      0.000 )
6      (     -1.739,      0.000 )
7      (     -1.754,      0.000 )
8      (     -3.166,      0.000 )
9      (     -0.743,      0.000 )
10     (     -4.632,      0.000 )
11     (     -4.284,      0.000 )
12     (     -4.266,      0.000 )
13     (     -4.249,      0.000 )
14     (     -0.132,      0.000 )

```

【 0 0 8 1 】

```

local_fy( 2- 9)  local_fx( 2- 9)  2wy  2wx
23.841          21.080          21.18  28.00

```

```

local_fy(14-14) local_fx(14-14)
7.720          7.718

```

local_ryA/local_ryB=0. 8 2 0

【表 3】

(表-3)

(general - paraxial axis)											
n	ky	rx	d	shift	tilt	nd	vd				
1	0.00000	0.00000	20.730	0.000	0.000	1.000					
FPS	0.00000	0.00000	5.549	0.654	2.687	1.571	33.80				
FPS-M	0.00000	0.00000	-5.549	-0.239	-23.969	-1.571	33.80				
FPS-M	0.00000	0.00000	3.388	0.654	2.687	1.571	33.80				
FPS	0.00000	0.00000	0.335	13.116	53.162	1.000					
6	0.00000	0.00000	0.115	13.564	54.804	1.490	40.00				
YTO	0.00000	0.00000	-2.236	13.727	54.804	1.000					
YTO	29.79740	0.00000	2.719	15.549	54.804	1.697	55.53				
9	26.23079	0.00000	-4.566	14.982	59.935	1.000					
10	0.00000	0.00000	5.747	17.625	32.793	1.000					
11	0.00000	0.00000	0.525	21.327	32.793	1.574	55.00				
M	0.00000	0.00000	-0.525	21.666	32.793	-1.574	55.00				
12	0.00000	0.00000	-1.181	21.327	32.793	-1.000					
13	0.00000	0.00000	-8.996	14.982	59.935	1.000					
YTO-M	26.23079	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000					
14	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000					
15	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000					
16	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000					
2	a=-1.1593e-03	b=-1.6398e-03	c=7.8071e+01	c05=5.9709e-07	c06=-3.5850e-08						
FPS	c02=-2.3509e-04	c03=2.9994e-04	c04=-1.8926e-05	c23=6.3222e-07	c24=-4.3747e-09						
	c20=-5.1589e-03	c21=6.2380e-05	c22=-4.1939e-05	c50=-1.1446e-08							
	c40=1.8711e-05	c41=9.1172e-07	c42=5.3936e-08								
3	a=-1.9609e-02	b=-2.3012e-02	c=-3.5340e+01	c05=1.2231e-06	c06=-6.3210e-08						
FPS	c02=3.9565e-04	c03=-7.3395e-05	c04=-9.5882e-06	c23=1.4495e-06	c24=-9.3332e-08						
	c20=-1.8285e-03	c21=1.3428e-06	c22=-1.1714e-05	c60=4.3016e-09							
	c40=5.8598e-06	c41=-1.3467e-07	c42=1.1798e-09								
4	a=-1.1593e-03	b=-1.6398e-03	c=7.8071e+01	c05=5.9709e-07	c06=-3.5850e-08						
FPS	c02=-2.3509e-04	c03=2.9994e-04	c04=-1.8926e-05	c23=6.3222e-07	c24=-4.3747e-09						
	c20=-5.1589e-03	c21=6.2380e-05	c22=-4.1939e-05	c60=-1.1446e-08							
	c40=1.8711e-05	c41=9.1172e-07	c42=5.3936e-08								
5	a=-1.4814e-03	b=1.5049e-03	c=-8.9477e+01	c05=7.8229e-05	c06=8.3150e-06						
FPS	c02=1.4647e-02	c03=-3.5286e-03	c04=-7.2949e-04	c23=2.9358e-05	c24=2.5320e-06						
	c20=2.7602e-03	c21=-1.1400e-03	c22=-2.3699e-05	c60=1.3959e-06							
	c40=-1.0450e-04	c41=8.7978e-06	c42=-1.9865e-06								
8	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00						
YTO											
9	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00						
YTO											
14	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00						
YTO											

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-1316.712	-58.517
3	(0.000, 0.000)	-60.268	-33.578
4	(0.000, 0.000)	-1316.712	-58.517
5	(0.000, 0.000)	34.137	146.982
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	29.797	0.000
9	(0.000, 0.000)	26.231	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	26.231	0.000

(local - paraxial axis)

n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-490.75204	-58.11304	-859.611	-101.792	5.666	1.571
3	-59.57166	-33.56413	18.961	10.683	-8.928	-1.571
4	334.69263	-52.17546	106.529	-16.607	7.300	1.571
5	24.83268	109.98489	-43.497	-192.652	0.572	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.473	1.000
8	29.79740	0.00000	42.763	0.000	1.004	1.697
9	26.23079	0.00000	-37.645	0.000	3.251	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.141	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.636	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.636	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.432	-1.000
14	26.23079	0.00000	13.115	0.000	0.000	1.000

[0 0 8 2]

n	hitpoint(y , x)		
2	(-0.654, 0.000)		
3	(0.365, 0.000)		
4	(6.102, 0.000)		
5	(-1.053, 0.000)		
6	(-1.085, 0.000)		
7	(-1.096, 0.000)		
8	(-4.013, 0.000)		
9	(-1.466, 0.000)		
10	(-6.920, 0.000)		
11	(-4.857, 0.000)		
12	(-4.740, 0.000)		
13	(-4.624, 0.000)		
14	(1.811, 0.000)		

local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2WY	2Wx
20.800	18.844	21.18	28.00

local_fy(14-14)	local_fx(14-14)
13.115	0.000

local_ryA/local_ryB = 0. 8 8

【表 4】

(表-4)

(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	20.713	0.000	0.000	1.000	
2	0.00000	0.00000	5.615	0.487	2.903	1.571	33.80
3	0.00000	0.00000	-5.615	-0.084	-23.525	-1.571	33.80
4	0.00000	0.00000	3.071	0.487	2.903	1.571	33.80
5	0.00000	0.00000	0.398	13.148	52.091	1.000	
6	0.00000	0.00000	0.117	13.659	54.155	1.490	40.00
7	0.00000	0.00000	-1.152	13.821	54.155	1.000	
8	19.48581	0.00000	1.588	14.900	54.155	1.697	55.53
9	31.16175	0.00000	-4.272	15.305	59.856	1.000	
10	0.00000	0.00000	5.929	17.786	32.062	1.000	
11	0.00000	0.00000	0.530	21.500	32.062	1.574	55.00
12	0.00000	0.00000	-0.530	21.831	32.062	-1.574	55.00
13	0.00000	0.00000	-1.658	21.500	32.062	-1.000	
14	31.16175	0.00000	-8.924	15.305	59.856	1.000	
15	0.00000	0.00000	0.000	20.487	83.990	1.000	
16	0.00000	0.00000	0.000	20.487	83.990	1.000	

FFS	2	a=-1.163e-03 c02=-5.3522e-04 c20=-5.0679e-03 c40= 1.9036e-05	b=-1.6003e-03 c03= 2.8361e-04 c21= 7.5338e-05 c41= 1.0092e-06	c= 7.7534e+01 c04=-1.7627e-05 c22=-4.1682e-05 c42= 7.5540e-08	c05= 6.1582e-07 c23= 8.4134e-07 c60=-7.4653e-09	c06=-3.7429e-08 c24=-1.1497e-09
-----	---	---	--	--	---	------------------------------------

FFS	3	a=-1.9428e-02 c02= 3.1599e-04 c20=-1.7000e-03 c40= 6.4644e-06	b=-2.2904e-02 c03=-7.0392e-05 c21= 1.1075e-05 c41=-9.5889e-08	c=-3.4646e+01 c04=-7.5362e-06 c22=-1.1258e-05 c42= 4.0587e-09	c05= 1.1197e-06 c23= 1.2401e-06 c60= 4.3381e-09	c06=-6.4823e-08 c24=-8.2386e-08
-----	---	--	--	--	---	------------------------------------

FFS	4	a=-1.1163e-03 c02=-5.3522e-04 c20=-5.0679e-03 c40= 1.9036e-05	b=-1.6003e-03 c03= 2.8361e-04 c21= 7.5338e-05 c41= 1.0092e-06	c= 7.7534e+01 c04=-1.7627e-05 c22=-4.1682e-05 c42= 7.5540e-08	c05= 6.1582e-07 c23= 8.4134e-07 c60=-7.4653e-09	c06=-3.7429e-08 c24=-1.1497e-09
-----	---	--	--	--	---	------------------------------------

FFS	5	a=-1.5738e-03 c02= 2.0513e-02 c20= 1.8730e-03 c40=-9.3048e-05	b= 1.4139e-03 c03=-3.8954e-03 c21=-9.3321e-04 c41= 8.1901e-06	c=-8.8013e+01 c04=-7.6113e-04 c22= 1.0807e-04 c42=-1.6780e-06	c05= 7.6018e-05 c23= 3.6438e-05 c60= 1.5041e-06	c06= 8.7094e-06 c24= 1.0655e-06
-----	---	--	--	--	---	------------------------------------

YTO	8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YTO	9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YTO	14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-733.324	-60.871
3	(0.000, 0.000)	-59.592	-34.331
4	(0.000, 0.000)	-733.324	-60.871
5	(0.000, 0.000)	24.377	694.633
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	19.486	0.000
9	(0.000, 0.000)	31.162	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	31.162	0.000

(local - paraxial axis)

n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-445.42161	-60.52438	-780.209	-106.016	5.672	1.571
3	-59.23828	-34.32886	18.855	10.926	-8.901	-1.571
4	429.31705	-54.65676	136.647	-17.397	7.206	1.571
5	18.81219	248.07892	-32.952	-434.540	0.655	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.418	1.000
8	19.48581	0.00000	27.965	0.000	1.277	1.697
9	31.16175	0.00000	-44.721	0.000	3.372	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.355	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.637	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.637	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.791	-1.000
14	31.16175	0.00000	15.581	0.000	0.000	1.000

```

n      hitpoint( y , x )
2      ( -0.487, 0.000 )
3      ( 0.204, 0.000 )
4      ( 6.206, 0.000 )
5      ( -1.280, 0.000 )
6      ( -1.300, 0.000 )
7      ( -1.309, 0.000 )
8      ( -2.902, 0.000 )
9      ( -1.837, 0.000 )
10     ( -7.010, 0.000 )
11     ( -4.741, 0.000 )
12     ( -4.616, 0.000 )
13     ( -4.491, 0.000 )
14     ( 1.854, 0.000 )

local_fy( 2- 9)  local_fx( 2- 9)  2wy  2wx
20.050          18.934          21.18  28.00

local_fy(14-14) local_fx(14-14)
15.581          0.000

```

local_ryA/local_ryB=1. 60

[0083]

【表 5】

(表-5)
(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	20.730	0.000	0.000	1.000	
FFS	0.00000	0.00000	1.000	0.654	2.687	1.495	52.96
FFS	0.00000	0.00000	5.549	0.654	2.687	1.000	
FFS-M	0.00000	0.00000	-5.549	-0.239	-23.969	-1.000	
FFS-M	0.00000	0.00000	3.388	0.654	2.687	1.000	
6	0.00000	0.00000	0.335	13.116	53.162	1.000	
7	0.00000	0.00000	0.115	13.564	54.804	1.495	36.70
8	0.00000	0.00000	-2.236	13.727	54.804	1.000	
YTO	29.79740	0.00000	2.719	15.549	54.804	1.702	51.28
YTO	26.23079	0.00000	-4.566	14.982	59.935	1.000	
11	0.00000	0.00000	5.747	17.625	32.793	1.000	
12	0.00000	0.00000	0.525	21.327	32.793	1.578	50.70
13	0.00000	0.00000	-0.525	21.666	32.793	-1.578	50.70
14	0.00000	0.00000	-1.181	21.327	32.793	-1.000	
15	26.22988	0.00000	-8.996	14.982	59.935	1.000	
YTO-M	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
16	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
17	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
2	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40= 1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03= 2.9994e-04 c21= 6.2380e-05 c41= 9.1172e-07	c= 7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42= 5.3936e-08	c05= 5.9709e-07 c23= 6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		
FFS							
3	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40= 1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03= 2.9994e-04 c21= 6.2380e-05 c41= 9.1172e-07	c= 7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42= 5.3936e-08	c05= 5.9709e-07 c23= 6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		
FFS							
4	a=-1.9609e-02 c02= 3.9565e-04 c20=-1.8285e-03 c40= 5.8598e-06	b=-2.8000e-02 c03=-7.3395e-05 c21= 1.3428e-06 c41=-1.3467e-07	c=-3.5340e+01 c04=-9.5882e-06 c22=-1.1714e-05 c42= 1.1798e-09	c05= 1.2281e-06 c23= 1.4495e-06 c60= 4.3016e-09	c06=-6.3210e-08 c24=-9.3332e-08		
FFS							
5	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40= 1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03= 2.9994e-04 c21= 6.2380e-05 c41= 9.1172e-07	c= 7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42= 5.3936e-08	c05= 5.9709e-07 c23= 6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		
FFS							

YTO	9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YTO	10	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YTO	15	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
	n	point (y , x)				
	2	(0.000, 0.000)		ry	rx	
	3	(0.000, 0.000)		-1316.712	-58.517	
	4	(0.000, 0.000)		-1316.712	-58.517	
	5	(0.000, 0.000)		-53.686	-30.452	
	6	(0.000, 0.000)		-1316.712	-58.517	
	7	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	8	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	9	(0.000, 0.000)		29.797	0.000	
	10	(0.000, 0.000)		26.231	0.000	
	11	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	12	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	13	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	14	(0.000, 0.000)		0.000	0.000	
	15	(0.000, 0.000)		26.230	0.000	

(local - paraxial axis)							
	n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
FFS	2	-490.75204	-58.11304	-991.464	-117.405	0.999	1.495
FFS	3	-498.62033	-58.12521	1007.360	117.430	5.631	1.000
FFS-M	4	-53.19914	-30.43192	26.600	15.216	-8.714	-1.000
FFS-M	5	316.17184	-52.84504	158.086	-26.423	7.538	1.000
	6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.599	1.000
	7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.495
	8	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.513	1.000
YTO	9	29.79740	0.00000	42.472	0.000	1.005	1.702
YTO	10	26.23079	0.00000	-37.388	0.000	3.417	1.000
	11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.187	1.000
	12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.637	1.578
M	13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.637	-1.578
	14	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.435	-1.000
YTO-M	15	26.22988	0.00000	13.115	0.000	0.000	1.000

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																													
	hitpoint(y, x)	(-0.654,	0.000)	(-0.639,	0.000)	(0.278,	0.000)	(5.775,	0.000)	(-1.360,	0.000)	(-1.381,	0.000)	(-1.389,	0.000)	(-4.298,	0.000)	(-1.738,	0.000)	(-7.269,	0.000)	(-5.051,	0.000)	(-4.927,	0.000)	(-4.802,	0.000)	(1.734,	0.000)
	local_fy(2-10)	24.002	local_fx(2-10)	20.048	2Wx	2Wy	15.07	20.00	local_fy(15-15)	13.115	local_fx(15-15)	0.000	local_ryA/local_ryB = 0.88																														

【 0 0 8 4 】

本発明のヘッドマウントディスプレイは、図 1 ～ 図 5 に示す構成からなる装置を画像表示装置 5 1、5 2 を図 6 に示すように観察者 5 0 の左右の眼にそれぞれ設け、固定手段 5 3 により観察者の頭部に着脱可能に固定している。

【 0 0 8 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイを

達成することができる。

【0086】

特に本発明によれば、照明光源からの光量ロスが少なく、十分なコントラストを持った画質を提供し、コンパクトな照明光学系と表示光学系が成り立つ反射型LCDを使ったHMDを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部断面図

【図2】 本発明の実施形態2の要部断面図

【図3】 本発明の実施形態3の要部断面図

【図4】 本発明の実施形態4の要部断面図

【図5】 本発明の実施形態5の要部断面図

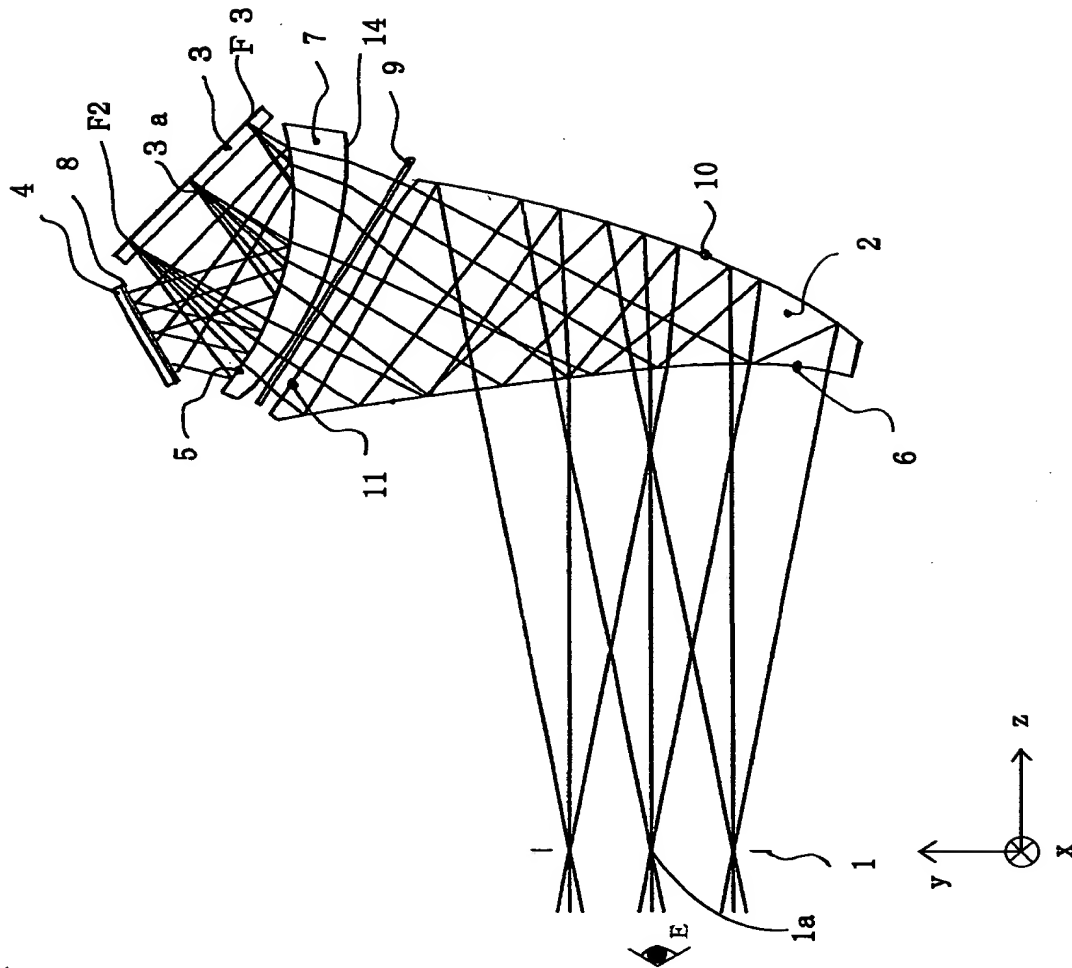
【図6】 本発明の画像表示装置をHMDに適用したときの要部外略図

【符号の説明】

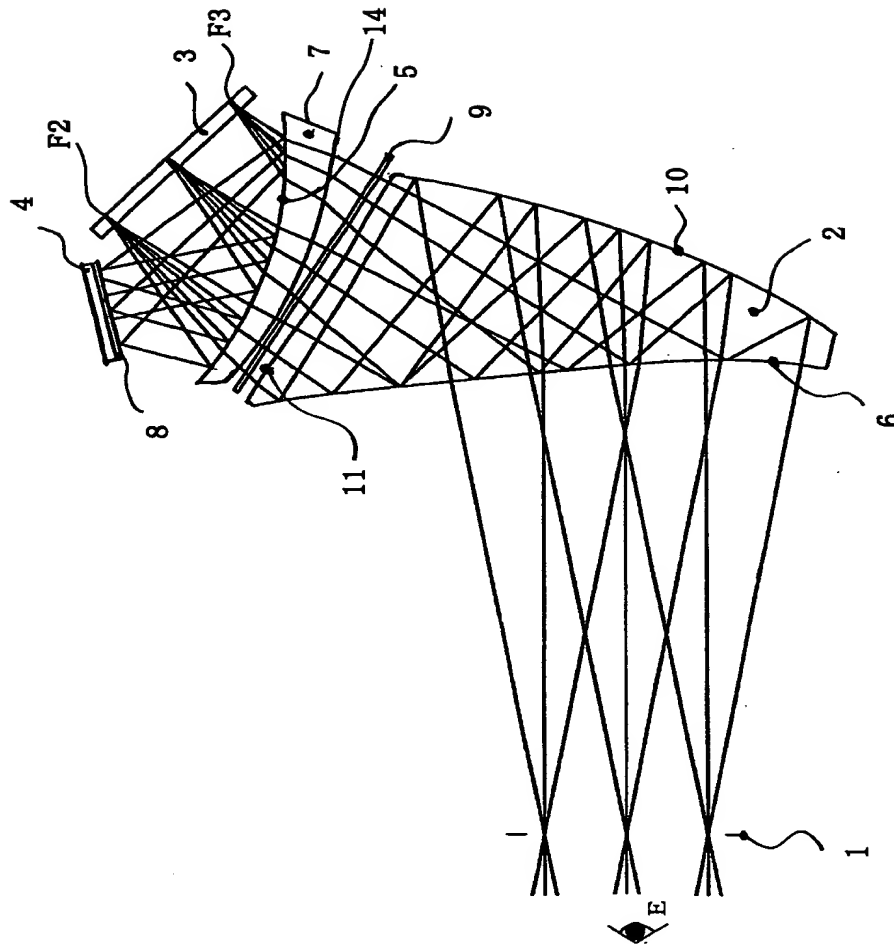
- 1 眼球
- 2 自由曲面プリズム
- 3 反射型LCD(図はLCDの保護板を示しており、液晶面はピント面に存在する。)
- 4 照明光源(平面光源)
- 5 光学面A
- 6 透過面C(自由曲面プリズムの全反射面)
- 7 ブーメラン型レンズ
- 8 偏光板1
- 9 偏光板2
- 10 自由曲面プリズムの凹面鏡
- 11 自由曲面プリズムの入射面
- 12 自由曲面ミラー1
- 13 自由曲面ミラー2
- 14 曲面B

【書類名】 図面

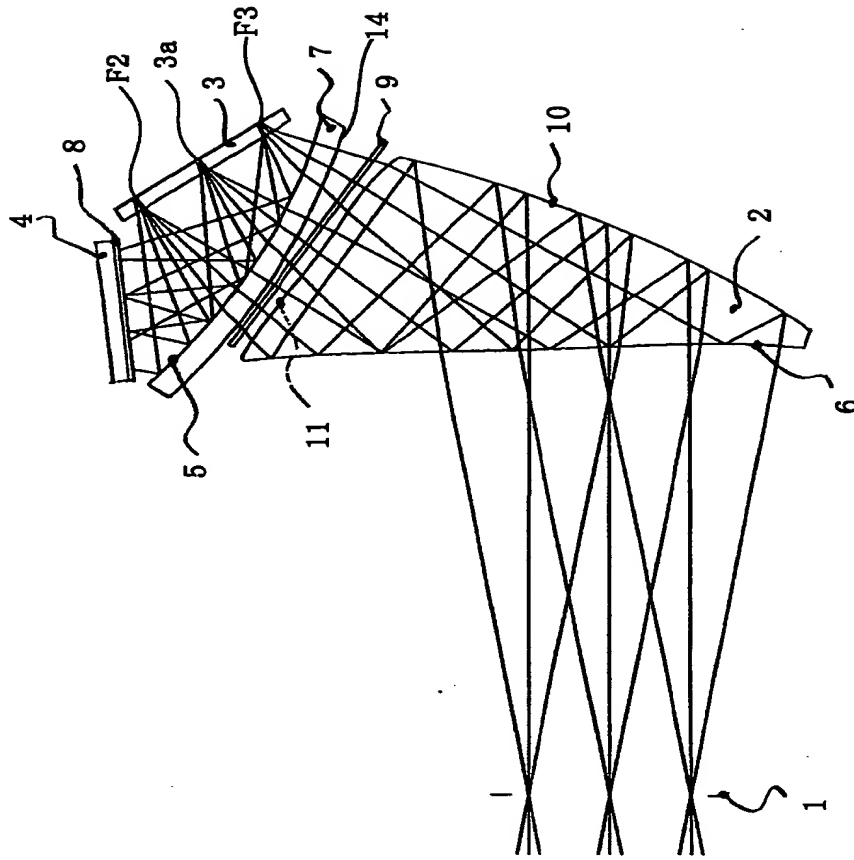
【図 1】



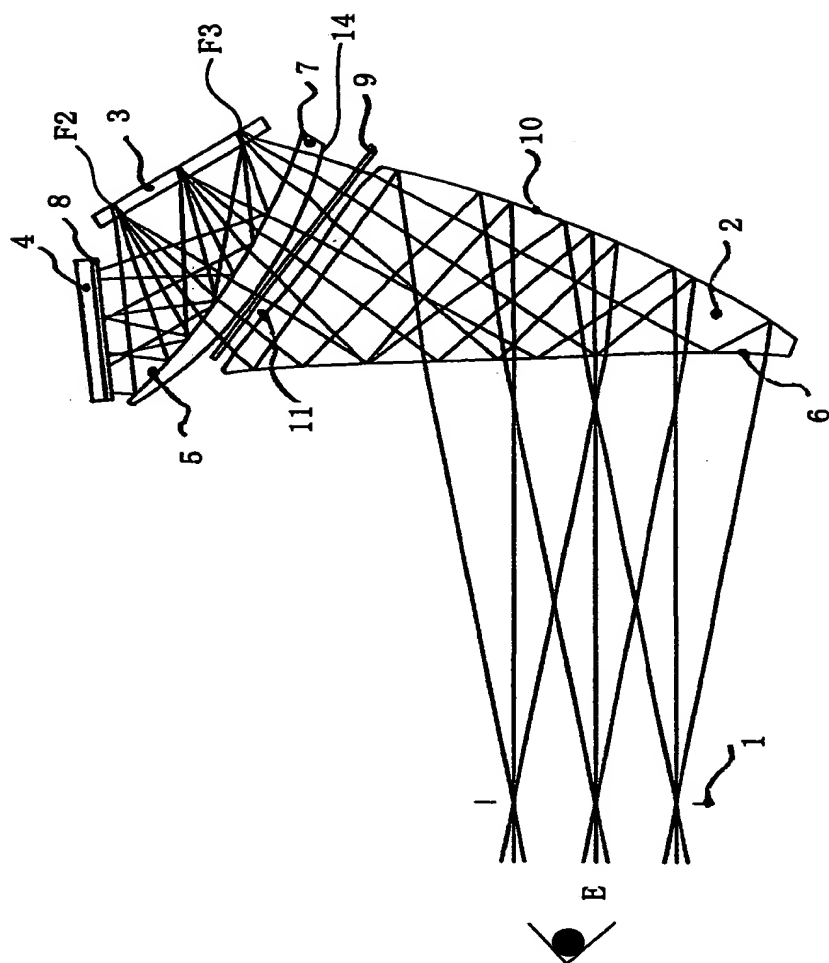
【図 2】



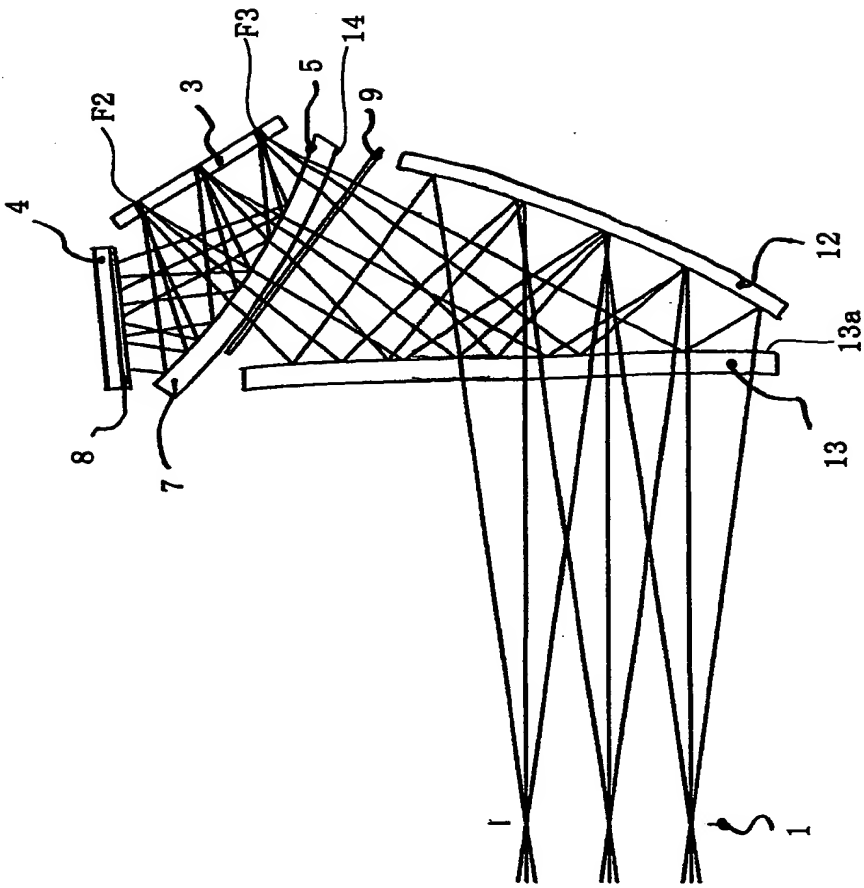
【図3】



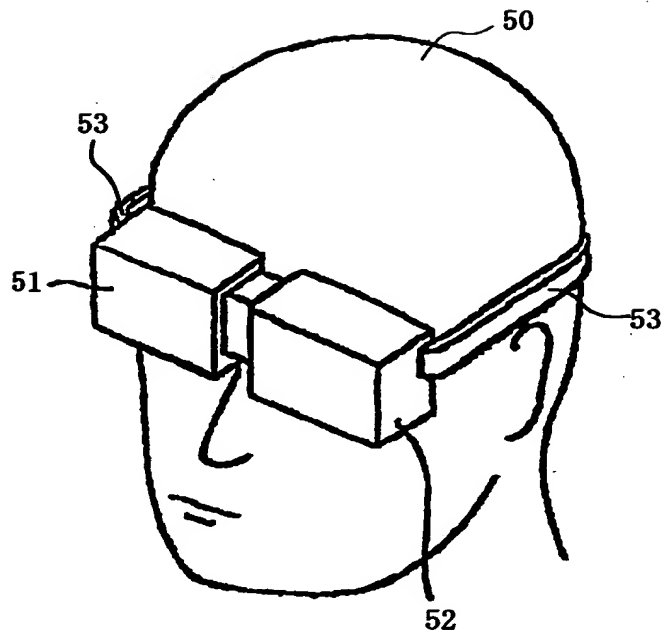
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射型の表示素子を用いて、画像を拡大投影する小型のヘッドマウントディスプレイ（HMD）やメガネ型ディスプレイに好適な画像表示装置を得ること。

【解決手段】 反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、

該表示手段からの光を観察者側に導く表示光学系を有した画像表示装置において、

該照明光学系と該表示光学系で互いに共有する透過兼反射の両作用を有する光学面Aを有し、該光学面Aはローカル母線断面上で曲率を有し、該光学面Aの該表示手段と反対側に曲面Bを有し、該光学面Aと光学面Bとでレンズ体を形成し、該照明手段から発せられた光線は、該レンズ体の該光学面Aで反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面Aを透過し、光学面Bを射出して、複数の反射面で反射した後、瞳に導かれていること。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日	1997年 5月 7日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
氏 名	株式会社エム・アール・システム研究所